

SOLAR BATTERY, MANUFACTURING METHOD THEREFOR AND CLOCK USING THE SAME

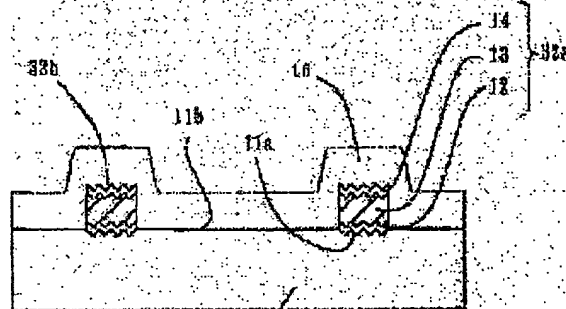
Patent number: JP2001250971
Publication date: 2001-09-14
Inventor: SUGIYAMA OSAMU
Applicant: CITIZEN WATCH CO LTD
Classification:
- international: H01L31/04; G04C10/02; G04G1/00
- european:
Application number: JP20000062947 20000308
Priority number(s):

BEST AVAILABLE COPY

Report a data error here

Abstract of JP2001250971

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the power generation efficiency of a solar battery.
SOLUTION: When projecting/recessing parts are formed on the surface of a transparent substrate, light which is made incident from a transparent substrate side repeats refraction and reflection on the slopes of the projecting/recessing parts and the travel direction changes. A part of light reflected on a projecting/recessing face not simply goes out of the transparent substrate but it repeats refraction and reflection. Then, the travel direction changes and light travels in the direction of a power generation layer.



11 透明基板

14 上部電極

13 発電層

12 下部電極

Data supplied from the esp@cenet database - Patent Abstracts of Japan

ZMP

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-250971

(P2001-250971A)

(43) 公開日 平成13年9月14日 (2001.9.14)

(51) IntCl.	識別記号	F I	テームト (参考)
H 0 1 L 31/04		G 0 4 C 10/02	A 2 F 0 0 2
G 0 4 C 10/02		G 0 4 G 1/00	3 1 0 A 2 F 0 8 4
G 0 4 G 1/00	3 1 0	H 0 1 L 31/04	M 5 F 0 5 1
			P

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2000-62947 (P2000-62947)

(22) 出願日 平成12年3月8日 (2000.3.8)

(71) 出願人 000001960

シチズン時計株式会社

東京都西東京市田無町六丁目1番12号

(72) 発明者 杉山 修

埼玉県所沢市大字下富字武野840番地 シ

チズン時計株式会社技術研究所内

Fターム (参考) 2F002 AA00 AB02 AB03 AC01 AE00

2F084 AA00 BB06 JJ01

5F051 AA05 BA04 CA18 CB22 DA04

EA09 EA10 EA11 EA18 FA04

FA06 FA10 FA19 GA03 GA14

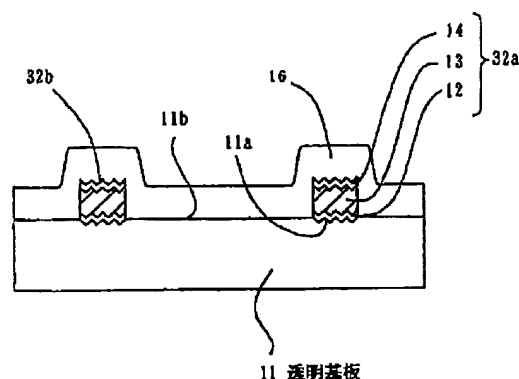
GA15

(54) 【発明の名称】 太陽電池とその製造方法及びそれを用いた時計

(57) 【要約】

【課題】 太陽電池の発電効率を向上させる。

【解決手段】 透明基板表面に凹凸を形成すると、透明基板側から入射した光は、凹凸の斜面で屈折、反射を繰り返し、その進行方向が変わる。凹凸面で反射された光の一部は、単純に透明基板の外に出るのではなく、屈折、反射を繰り返して進行方向が変わり、発電層の方向に進行するようになる。



14 上部電極

13 発電層

12 下部電極

(2)

特開2001-250971

1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 表面平滑な透明基板上に所定の範囲で、設けてなる下部電極と該下部電極上に設けてなる発電層と該発電層上に設けてなる上部電極とからなる太陽電池素子と、当該太陽電池素子に接続する共通電極を有し、全面に透明保護膜を有する太陽電池であって、前記透明基板表面は凹凸面に形成されてなることを特徴とする太陽電池。

【請求項2】 表面平滑な透明基板上に所定の範囲で、設けてなる下部電極と該下部電極上に設けてなる発電層と該発電層上に設けてなる上部電極とからなる太陽電池素子と、当該太陽電池素子に接続する共通電極を有し、全面に透明保護膜を有する太陽電池であって、前記太陽電池素子は所定の間隔を有して線状に形成され、

下部電極と接する透明基板表面は凹凸面に形成されてなることを特徴とする太陽電池。

【請求項3】 前記透明基板表面の凹凸面は、該凹凸面の線幅が前記発電層の線幅とほぼ同じに形成されてなることを特徴とする請求項2記載の太陽電池。

【請求項4】 前記透明基板表面の凹凸面は、該凹凸面の線幅が前記発電層の線幅よりも片側0.5μm～20μm広いことを特徴とする請求項2記載の太陽電池。

【請求項5】 表面平滑な透明基板上に所定の範囲で、設けてなる下部電極と該下部電極上に設けてなる発電層と該発電層上に設けてなる上部電極とからなる太陽電池素子と、当該太陽電池素子に接続する共通電極を有し、全面に透明保護膜を有する太陽電池であり、前記太陽電池素子は所定の間隔を有して線状に形成され、下部電極と接する透明基板表面は凹凸面に形成されてなることを

特徴とする太陽電池の製造方法において、

前記透明基板の表面に凹凸状に凹凸面を形成する工程

と、該凹凸面上に下部電極を形成し発電層を形成しさらに上部電極を形成する工程と、保護膜を形成する工程とを有することを特徴とする太陽電池の製造方法。

【請求項6】 前記凹凸面を形成する工程は、セラミックス微粒子を前記透明基板上に吹き付ける乾式プラスト法、セラミックス微粒子と液体の混合物を前記透明基板に吹き付ける湿式プラスト法、あるいはエッチング処理であることを特徴とする請求項5記載の太陽電池の製造方法。

【請求項7】 風防ガラスを有するケースと、指針を駆動するムーブメントと、文字板を備え、風防ガラスと指針の間に、太陽電池を配置してなることを特徴とする時計であって、前記太陽電池は、表面平滑な透明基板上に所定の範囲で設けてなる下部電極と該下部電極上に設けてなる発電層と該発電層上に設けてなる上部電極とからなる太陽電池素子と、当該太陽電池素子に接続する共通電極と、全面に透明保護膜を有する太陽電池であり、前記太陽電池素子は所定の間隔を有して線状に形成され、

下部電極と接する透明基板表面は凹凸面状に形成されてなることを特徴とする太陽電池を用いた時計。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電子機器の一次電池としての太陽電池の構成に関するものであり、特に時計を駆動させるための太陽電池の構成と、その製造方法、および時計の構造に関するものである。

【0002】

【従来の技術】電池交換のわずらわしさを解消するためや、地球環境を汚染しないクリーンエネルギー源として、一次電池に太陽電池を使用している電子機器が増えている。しかしながら太陽電池が独特の濃紫色を呈するために、電子機器のデザインに制約を受けてしまう問題点がある。

【0003】電子機器として、時計を用いた例を説明する。太陽電池を時計の一次電池として用いる例が、たとえば実開昭57-26090号に記載されている。ガラスからなる文字板の裏面に太陽電池を形成する構成になっている。しかしこのような構成では、太陽電池の色が外から見えてしまうため、時計としての外観的な調和を取ろうとすると、時計のデザインに大きな制約を受けることになり、装飾品としての価値を落としてしまう。

【0004】また、太陽電池の色を見えなくするために、太陽電池の受光面側を覆い隠す被覆部材を太陽電池上に配置して、被覆部材を文字板にすることが提案されている。しかしながら、この被覆部材はセラミック材料やプラスチック材料やガラスのように、透光性を有する必要がある、金属などの透光性の低い材料は使えない。したがって、時計のデザインに大きな制約を受けることとなる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、上記課題を解決して、太陽電池素子の色が現れず、電子機器の外観デザインに制約を与えない太陽電池構造と、その製造方法と、それを用いた電子機器として時計の構造を提供することである。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の太陽電池およびその製造方法は、下記記載の手段を採用する。

【0007】表面平滑な透明基板上に所定の範囲で、設けてなる下部電極と該下部電極上に設けてなる発電層と該発電層上に設けてなる上部電極とからなる太陽電池素子と、当該太陽電池素子に接続する共通電極を有し、全面に透明保護膜を有する太陽電池であって、下部電極と接する透明基板表面は凹凸面に形成されてなることを特徴とする太陽電池を提供可能にする。

【0008】さらに、表面平滑な透明基板上に所定の範囲で、設けてなる下部電極と該下部電極上に設けてなる

(3)

特開2001-250971

3

4

発電層と該発電層上に設けてなる上部電極とからなる太陽電池素子と、当該太陽電池素子に接続する共通電極を有し、全面に透明保護膜を有する太陽電池であって、前記太陽電池素子は所定の間隔を有して線状に形成され、下部電極と接する透明基板表面は凹凸面に形成されてなることを特徴とする太陽電池を提供可能にする。

【0009】ここで、前記透明基板表面の凹凸面は、該凹凸面の線幅が前記発電層の線幅とほぼ同じに形成されてなることを特徴とする太陽電池を提供可能にする。

【0010】また、前記透明基板表面の凹凸面は、該凹凸面の線幅が前記発電層の線幅よりも片側0.5 μ m～20 μ m広いことを特徴とする太陽電池を提供可能にする。

【0011】表面平滑な透明基板上に所定の範囲で、設けてなる下部電極と該下部電極上に設けてなる発電層と該発電層上に設けてなる上部電極とからなる太陽電池素子と、当該太陽電池素子に接続する共通電極を有し、全面に透明保護膜を有する太陽電池であり、前記太陽電池素子は所定の間隔を有して線状に形成され、下部電極と接する透明基板表面は凹凸面に形成されてなることを特徴とする太陽電池の製造方法において、前記透明基板の表面に凹凸状に凹凸面を形成する工程と、該凹凸面上に下部電極を形成し発電層を形成しさらに上部電極を形成する工程と、保護膜を形成する工程とを有することを特徴とする太陽電池の製造方法を提供可能にする。

【0012】さらに、前記凹凸面を形成する工程は、セラミックス微粒子を前記透明基板上に吹き付ける乾式ブラスト法、セラミックス微粒子と液体の混合物を前記透明基板に吹き付ける湿式ブラスト法、あるいはエッチング処理であることを特徴とする太陽電池の製造方法を提供可能にする。ここで、凹凸面は、四角すいや円すいが並んだような荒れた面を形成すれば足りる。

【0013】上記、製造方法により、透明基板表面に凹凸を形成することにより、透明基板側から入射した光は、凹凸の斜面で屈折、反射を繰り返し、その進行方向が変わる。凹凸面で反射された光の一部は、単純に透明基板の外に出るのではなく、屈折、反射を繰り返して進行方向が変わり、発電層の方向に進行するようになる。すなわち、凹凸を形成することは、透明基板側から入射した光の反射光量を低減し、発電層に入射する光の量を増やす効果がある。したがって、太陽電池の発電効率が向上することにつながる。

【0014】また、凹凸面で屈折、反射されて散乱された光は、散乱を受けずに直進する光に比べ、複雑な経路を通過して発電層中を長い距離通過する。これにより、発電層に吸収される光の量が増え、太陽電池の発電効率が向上する。

【0015】また、透明基板の表面全部に凹凸を形成するのではなく、線状に形成された下部電極の下に凹凸を形成し、それ以外の下部電極のないところの透明基板表面は平滑面であるので、凹凸面の面積に対し平滑面の面

積を十分に大きく取れば、透明基板の凹凸によるくもりは目立たなくなる。したがって外観上、太陽電池全体のくもりは肉眼で知覚されないために、製品仕様を満足させることになる。

【0016】最後に、風防ガラスを有するケースと、指針を駆動するムーブメントと、文字板を備え、風防ガラスと指針の間に、太陽電池を配置してなることを特徴とする時計であって、前記太陽電池は、表面平滑な透明基板上に所定の範囲で設けてなる下部電極と該下部電極上に設けてなる発電層と該発電層上に設けてなる上部電極とからなる太陽電池素子と、当該太陽電池素子に接続する共通電極と、全面に透明保護膜を有する太陽電池であり、前記太陽電池素子は所定の間隔を有して線状に形成され、下部電極と接する透明基板表面は凹凸面状に形成されてなることを特徴とする太陽電池を用いた時計を提供することが可能となる。

【0017】以上、述べてきたように、本発明の一つの態様として太陽電池素子を線状に形成し、それを所定の間隔で並べた構成では、太陽電池素子の線幅、太陽電池素子同士の間隔、面積によっては、太陽電池の色の見え方が変化する。太陽電池素子を透明基板上に並べる間隔に対し、線状に形成された太陽電池素子の線幅を十分に小さくすることによって、太陽電池素子の発電層の色を、肉眼で知覚できなくすることが可能となる。

【0018】したがって、太陽電池全体を外観上、ほぼ無色透明にすることができ、かつ、発電効率も確保されることとなるために、効率のよい時計並びに太陽電池を提供することが可能となる。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、図面を用いて本発明を実施するための最良な形態における太陽電池の構造について説明する。

【0020】本実施の形態では、電子機器として時計を想定し、時計を駆動するに最良の太陽電池構造を説明する。さらに、太陽電池素子とは、下部電極と発電層と上部電極とが順次積層され、かつ線状に形成された各々の単位を太陽電池素子とする。また、太陽電池とは、透明基板とその上に形成された複数の太陽電池素子と複数の共通電極と複数の共通電極と出力端子の全体的構成物を指すこととする。具体的には、風防ガラスを有するケースと、指針を駆動するムーブメントと、文字板を備え、風防ガラスと指針の間に、太陽電池を配置してなることを特徴とする時計であって、前記太陽電池は、表面平滑な透明基板上に所定の範囲で設けてなる下部電極と該下部電極上に設けてなる発電層と該発電層上に設けてなる上部電極とからなる太陽電池素子と、当該太陽電池素子に接続する共通電極と、全面に透明保護膜を有する太陽電池であり、前記太陽電池素子は所定の間隔を有して線状に形成され、下部電極と接する透明基板表面は凹凸面状に形成されてなることを特徴とする時計を提供するこ

(4)

特開2001-250971

5

とができる。以下に説明していく。

【0021】(第1の実施形態の太陽電池構造の説明: 図1、図3) 太陽電池構造を図1と図3を用いて説明する。図3は本発明の実施形態の太陽電池を示す平面図である。

【0022】図3において太陽電池は、円盤状の形状をした透明基板11と、複数の円弧状の共通電極と、複数の線状の太陽電池素子と、複数の共通電極と、出力端子から構成されている。共通電極31は透明基板11の円周に沿って配置されており、かつ4分割されている。共通電極31の内側の円内には、複数の線状の太陽電池素子32が並んで配置されている。図3において線状の太陽電池素子32は、構成を明確にするために12本図示してあるが、実際は100本以上存在する。

【0023】そして隣り合った一对の太陽電池素子32a、32bは、同じ長さで同じ面積であり、それぞれ別の共通電極31a、31dに接続されている。また他の隣り合った一对の太陽電池素子も同様に、それぞれ別の共通電極31に接続されている。このように、それぞれの共通電極31には複数の太陽電池素子が電気的に並列に接続される。そして、それぞれの共通電極31に接続された太陽電池素子32の面積の合計は等しくなるように構成されている。これは、各共通電極31に接続された太陽電池素子32の発電量を等しくするためである。

【0024】さらに、それぞれの共通電極31は共通電極33によって、電気的に直列に接続されている。出力は出力端子35aと35bから得られる。このように、本実施形態の太陽電池は、直列4段の出力が得られ、時計を駆動するに十分な電力が得られる構成となっている。

【0025】図1は図3のA-A線における断面図である。図1において、太陽電池素子32は、透明基板11上に線状にパターンニングして形成された下部電極12と、下部電極12と同じ線幅にパターンニングして形成された発電層13と、発電層13と同じ線幅にパターンニングして形成された上部電極14から構成される。そして太陽電池素子32が複数本形成された透明基板11の上に、透明保護膜16が形成されている構成となっている。

【0026】ここで、透明基板11はガラスであり、下部電極12と上部電極14は酸化インジウムスズ(以下ITOと記載)からなっている。発電層13は、アモルファスシリコンであり、透明基板11側から5~20nmのp型と、100~1000nmのi型と、10~100nmのn型の積層されたダイオード構造となっている。また、透明保護膜16は、シリコン樹脂である。

【0027】隣り合った太陽電池素子32同士の間隔に対し、線状に形成された太陽電池素子32の線幅を十分に小さくし、太陽電池素子32の面積を小さくすること

6

によって、太陽電池素子の発電層の色が肉眼で知覚できなくなる。透明基板11には、下部電極12とほぼ等しい線幅で、凹凸面11aが形成されている。この凹凸面11aの表面粗さは0.5 μ m~10 μ mの範囲であれば良い。下限は、発電に寄与する波長と同程度であり、上限は凹凸が肉眼で知覚できない範囲である。

【0028】また太陽電池素子32は、下部電極12と発電層13と上部電極14を合わせて、300nm~1500nmの膜厚で形成されているので、下部電極の表面12aの形状ならびに上部電極の表面14aの形状は、透明基板の凹凸面11aの形状とおりの凹凸となる。

【0029】本実施形態の太陽電池に、透明基板側から光を入射させて、起電力を得る場合、透明基板11側から入射した光は、透明基板の凹凸面11aと下部電極12の2箇所て散乱され、反射光が低減して発電層に入射する光量が増える効果、および光路長の増大により発電層中をより多くの光が通過する効果により、太陽電池の発電効率が向上する。

【0030】以下、図4に示す発電特性のグラフを用いて説明する。本実施形態の太陽電池の発電特性を曲線42に示す。また、比較例として、透明基板11に凹凸面を形成しない場合の発電特性を曲線41に示してある。曲線41と曲線42の違いは、透明基板11の凹凸面の有無だけであり、発電層の線幅や膜厚は同じである。

【0031】このときの太陽電池素子32は、透明基板11側より、pin型ダイオード構造となっていて膜厚はそれぞれp型10nm、i型500nm、n型20nmである。太陽電池素子32の線幅は、10 μ mであり、太陽電池素子32の間隔は100 μ mである。下部電極12は膜厚100nmのITOであり、また上部電極14も膜厚100nmのITOである。

【0032】図4から明らかなように、透明基板11に凹凸面11aを形成することにより、発電特性の特に電流値が向上する。また、本実施形態の太陽電池に、素子形成面から光を入射させて、起電力を得る場合、上部電極14側から入射した光は、凹凸形状の上部電極14で散乱され、反射光が低減して発電層に入射する光量が増える効果、および光路長の増大により発電層中をより多くの光が通過する効果により、太陽電池の発電効率が向上する。

【0033】本実施形態の太陽電池の平面構造を、再び図3を用いて詳しく説明する。時計を駆動するに十分な発電量を確保するためには、複数本の太陽電池素子の面積を大きくする必要があり、そのためには線幅を広くする、あるいは本数を増やすことが有効である。しかしながら極端に線幅を広くしたり、本数を増やすと、外観上発電層の色が見えてしまう。

【0034】実験によれば、図3の形状の太陽電池で、通常の蛍光灯の照度500lxで時計を駆動させさせる

(5)

特開2001-250971

7

8

に充分な発電量が得られ、かつ外観上発電層の色が肉眼で知覚できないようにするには、 $\phi 30$ の透明基板で、太陽電池素子32aの線幅が $5\mu\sim 20\mu$ 、隣り合った太陽電池素子同士の間隔が $100\mu\sim 80\mu$ であった。このとき透過率は70%以上であった。

【0035】共通電極31a、31b、31c、31dも下部電極12、発電層13、上部電極14が積層された断面構造を有している。そして共通電極31の幅は $200\mu\sim 700\mu$ と、太陽電池素子32よりもかなり広くなっている。これは、複数の太陽電池素子を並列に接続するために、抵抗値が低い必要があるからである。しかしながら、このように線幅を広くすると、外観上ははっきりと発電層の色が見えてしまう。そこで、実際に電子機器に組み込むときは、電子機器のケースで共通電極を隠し、目に触れないようにする必要がある。

【0036】このように、共通電極31a、31b、31c、31dの発電層13は、電子機器のケースに隠れて、発電を行わないので、共通電極の下で透明基板は凹凸面であっても、平滑面であっても良い。

【0037】さらに、共通電極31aの上部電極14の表面と、共通電極31bの下部電極12の表面にまたがるように、共通電極33aを形成し、接続する。他の共通電極33b、33cも、上部電極14の表面と下部電極12の表面を接続する。

【0038】共通電極33の材質は、共通電極33と下部電極12の接触、ならびに共通電極33と上部電極14の接触において、接触抵抗が小さく、また半導体接触しないことが望ましい。その観点から共通電極33の材料は、導電性材料であるカーボンペーストを用いる。

【0039】(第1の実施形態の製造方法の説明)つぎに本実施形態の太陽電池構造を形成するための製造方法であるが、透明基板の表面に凹凸状に凹凸面を形成する工程と、該凹凸面上に下部電極を形成し発電層を形成しさらに上部電極を形成する工程と、保護膜を形成する工程とを有することを特徴とし、以下に図6と図7と図8と図9と図10を用いて説明する。

【0040】まず、透明基板の表面に凹凸状に凹凸面を形成する工程であるが、透明基板11は透光性があり、かつ絶縁であることが望ましいため、ガラスを用いる。そして、図6に示すように、透明基板11上に、形成したい太陽電池素子と逆のパターンに、感光性ドライフィルム61をフォトリソ工程により形成する。

【0041】そして、乾式ブラスト法によりセラミックス微粒子を透明基板11に吹き付け、透明基板11の表面に凹凸を形成する。このときの砥粒の大きさは $3\mu\sim 5\mu$ の炭化珪素セラミックスであり、凹凸面11aは $Ra 5\mu$ になる。

【0042】また、乾式ブラスト法などで透明基板11に凹凸面を形成するときに、感光性ドライフィルム61の、セラミックス微粒子への耐性が低い場合はパターン

が崩れてしまうときがある。そのようなときは、感光性ドライフィルム61の代わりに、同じ形状に形成した金属膜や、DLC(ダイヤモンドライカーボン)膜を用いても良い。

【0043】つぎに、凹凸面上に下部電極を形成し発電層を形成しさらに上部電極を形成する工程の説明であるが、図7に示すように、感光性ドライフィルム61を剥離し、透明基板11全面に下部電極12としてITOを、スパッタ法により膜厚 100nm 形成する。

【0044】このときのスパッタ条件は、スパッタリング装置内に 100sccm のアルゴンガスと 2sccm の酸素ガスを導入し、圧力を $70\text{mPa}\sim 4\text{Pa}$ に調整して、ITOターゲットに $0.5\sim 3\text{kW}$ の高周波電力を印加する。

【0045】さらに、下部電極12の上にフォトレジスト63を形成し、太陽電池素子のパターンにパターニングする。つぎに図8に示すように、フォトレジスト63をマスクパターンとして下部電極12をドライエッチングする。

【0046】このときのドライエッチング条件は、ドライエッチング装置内に臭化水素ガスを 100sccm 導入し、圧力を $1\text{Pa}\sim 10\text{Pa}$ に調整して、透明基板11に $1\text{kW}\sim 3\text{kW}$ の高周波電力を印加する。

【0047】その後、フォトレジスト63を剥離する。つぎに図9に示すように、発電層13としてアモルファスシリコンを、透明基板11側からp1n型ダイオード構造になるように、プラズマCVD法により形成する。

【0048】このときのp型のアモルファスシリコンの形成条件は、プラズマCVD装置内にシランガス 100sccm と $0.1\text{sccm}\sim 1\text{sccm}$ のジボランガスを導入し、圧力を $50\text{Pa}\sim 300\text{Pa}$ に調整し、対向電極に $50\text{W}\sim 300\text{W}$ の高周波電力を印加する。そして膜厚 10nm 形成する。

【0049】1型のアモルファスシリコンの形成条件は、プラズマCVD装置内にシランガス 100sccm を導入し、圧力を $50\text{Pa}\sim 300\text{Pa}$ に調整し、対向電極に $50\text{W}\sim 300\text{W}$ の高周波電力を印加する。そして膜厚 500nm 形成する。

【0050】n型のアモルファスシリコンの形成条件は、プラズマCVD装置内にシランガス 100sccm と $0.1\sim 1\text{sccm}$ のホスフィンガスを導入し、圧力を $50\text{Pa}\sim 300\text{Pa}$ に調整し、対向電極に $50\text{W}\sim 300\text{W}$ の高周波電力を印加する。そして膜厚 20nm 形成する。

【0051】さらに上部電極14としてITOを、スパッタ法により膜厚 100nm 形成する。このときのスパッタ条件は、スパッタリング装置内に 100sccm のアルゴンガスと 2sccm の酸素ガスを導入し、圧力を $70\text{mPa}\sim 4\text{Pa}$ に調整して、ITOターゲットに $0.5\sim 3\text{kW}$ の高周波電力を印加する。

(6)

特開2001-250971

9

10

【0052】さらに上部電極14の上に、フォトレジスト65を形成し、太陽電池素子のパターンにパターンニングする。つぎに、図9に示すように、フォトレジスト65をマスクパターンとして、上部電極14と発電層13を連続的にドライエッチングする。

【0053】このときの上部電極14であるITOのドライエッチング条件は、ドライエッチング装置内に100sccmの臭化水素ガスを導入し、圧力を1Pa~10Paに調整して、透明基板11に1kW~3kWの高周波電力を印加する。

【0054】発電層13であるアモルファスシリコンのドライエッチング条件は、ドライエッチング装置内に100sccm~300sccmの六フッ化イオウガスと、10sccm~100sccmの塩素ガスを導入し、圧力を0.5Pa~20Paに調整して、透明基板11に100W~1kWの高周波電力を印加する。

【0055】さらにフォトレジスト65を剝離した後、各共通電極31を、共通電極33である導電性を有するカーボンペーストで接続する。

【0056】最後に、保護膜を形成する工程については図1に示すように、透明保護膜16としてシリコン樹脂を形成して、太陽電池が完成する。なお、この透明保護膜16は省略することもできる。

【0057】(第1の実施形態の第1の変形例の説明) 第1の実施形態の太陽電池に、透明基板11側から光を入射させて、起電力を得る場合、上部電極14は光透過性のない金属膜でも良く、例えば10nm~200nmのTi膜でもよい。

【0058】なお、太陽電池の平面形状は第1の実施形態と全く同じであるので説明を省略する。また、発電層の色が見えなくなる作用効果も同じであるので説明を省略する。

【0059】隣り合った太陽電池素子32同士の間隔に対し、上部電極14の幅を十分に小さくすれば、上部電極14の金属色は肉眼で知覚できなくなる。

【0060】また、発電層13に入射した光のうち、発電層13で吸収されずに上部電極14まで到達した光が、上部電極14で反射されて、再び発電層13を通過するので、発電層13での光の吸収量が多くなり、さらに発電効率が向上する。

【0061】また、上記構造の製造方法と、第1の実施形態の製造方法の違いは、上部電極14をTi膜に変えることと、エッチング条件をアモルファスシリコンと同じ条件で行うことである。それ以外の工程は、第1の実施形態の製造方法と同じであるので説明を省略する。

【0062】(第1の実施形態の第2の変形例の説明) 第1の実施形態の太陽電池に、素子形成面側から光を入射させて、起電力を得る場合、下部電極12は光透過性のない金属でも良く、例えば10nm~200nmのTi膜でもよい。

【0063】なお、太陽電池の平面形状は第1の実施形態と全く同じであるので説明を省略する。また、発電層の色が見えなくなる作用効果も同じであるので説明を省略する。

【0064】隣り合った太陽電池素子32同士の間隔に対し、下部電極12の線幅を十分に小さくすれば、下部電極12の金属色は肉眼で知覚できなくなる。

【0065】また、発電層13に入射した光のうち、発電層13で吸収されずに下部電極12まで到達した光が、下部電極12で反射されて、再び発電層13を通過するので、発電層13での光の吸収量が多くなり、さらに発電効率が向上する。

【0066】また、上記構造の製造方法と、第1の実施形態の製造方法の違いは、下部電極12をTi膜に変えることと、エッチング条件をアモルファスシリコンと同じ条件で行うことである。それ以外の工程は、第1の実施形態の製造方法と同じであるので説明を省略する。

【0067】(第2の実施形態の太陽電池構造の説明: 図2) つぎに以上の説明と異なる実施形態の太陽電池の構造を、図2を用いて説明する。なお、太陽電池の平面形状は第1の実施形態と全く同じであるので説明を省略する。

【0068】図2において、第1の実施形態の発明との違いは、透明基板の凹凸面11aの幅が、下部電極12および発電層13および上部電極14の幅よりも広いことである。

【0069】図2において太陽電池素子は、透明基板11上に線状にパターンニングして形成された下部電極12と、下部電極12と同じ線幅でパターンニングして形成された発電層13と、発電層13と同じ線幅でパターンニングして形成された上部電極14から構成される。そして、太陽電池素子32が複数本形成された透明基板11の上に、透明保護膜16が形成されている構成となっている。

【0070】隣り合った太陽電池素子32同士の間隔に対し、線状に形成された太陽電池素子32の線幅を十分に小さくし、太陽電池素子32の面積を小さくすることによって、太陽電池素子の発電層の色が肉眼で知覚できなくなる。

【0071】また、本実施形態では、透明基板の凹凸面11aと発電層13は同じ線幅でなく、透明基板の凹凸面11aの線幅を発電層13の線幅よりも広くする構造になっていたために太陽電池の発電効率が向上する。以下にこの理由を説明する。

【0072】本実施形態の太陽電池に、透明基板11側から光を入射させて、起電力を得る場合、透明基板11側から入射した光のうち、発電層13のないところを通過する光であっても、透明基板の凹凸面11aで屈折、多重反射により散乱して、発電層13の側面13aから発電層13に入射させることができる。下部電極12か

(7)

特開2001-250971

11

ら入射する光と、発電層の側面13aから入射する光の両方で発電するので、太陽電池の効率が向上する。

【0073】以下、図5に示す発電特性のグラフを用いて説明する。本実施形態の太陽電池の発電特性を曲線52に示す。また、第1の実施形態の発電特性を曲線51に示してある。

【0074】太陽電池素子32の線幅は、10 μ であり、太陽電池素子32の間隔は100 μ である。そして透明基板11の凹凸面11aの線幅は、20 μ と、片側5 μ づつ広がっている。下部電極12は膜厚100nmのITOであり、また上部電極14も膜厚100nmのITOである。また太陽電池素子32は、透明基板11側より、pinダイオード構造となっていて膜厚はそれぞれp:10nm、i:500nm、n:20nmである。

【0075】図5から明らかなように、透明基板11の凹凸面11aの線幅を発電層13の線幅よりも広くすると、発電層13のないところに入射した光の一部が、凹凸面11aで散乱されて、発電層13の側面13aより入射する効果により、発電層13で吸収される光量が増えて特性が向上する。

【0076】本実施形態の太陽電池に、素子形成面側から光を入射させて、起電力を得る場合、発電層13のないところに当たった光であっても、透明基板の凹凸面11aで反射により散乱して、発電層13の側面13aから発電層13に入射させることができる。上部電極14から入射する光と、発電層の側面13aから入射する光の両方で発電するので、太陽電池の効率が向上する。

【0077】この凹凸面11aの表面粗さは、0.5 μ ～10 μ の範囲であれば良い。下限は、発電に寄与する波長と同程度であり、上限は凹凸が肉眼で知覚できない範囲である。

【0078】この透明基板の凹凸面11aの線幅は、発電層13の線幅よりも片側で0.2 μ ～20 μ 広くする。0.2 μ よりも小さいと、光の散乱がほとんどなく、発電層13の側面入射効果が現れない。また、片側で20 μ よりも大きい場合は、凹凸面11aのくもりが外観上目立ってしまう。

【0079】凹凸面11aの線幅に対し平滑面11bの幅を十分に大きくすると、透明電極11の凹凸によるくもりが目立たなくなる。したがって外観上太陽電池全体のくもりが見えることはない。

【0080】また、本実施形態の構造の製造方法と、第1の実施形態の製造方法の違いは、図6に示すドライフィルム61のパターン幅を太陽電池素子32よりも広くして、透明基板11に太陽電池素子の線幅よりも広い凹凸面11aを形成することである。それ以外の工程は第1の実施形態の製造方法と同じであるので、説明を省略する。

【0081】(第2の実施形態の第1の変形例の説明) 50

12

第2の実施形態の太陽電池に、透明基板11側から光を入射させて、起電力を得る場合、上部電極14は光透過性のない金属膜でも良く、例えば10nm～200nmのTi膜でもよい。

【0082】なお、太陽電池の平面形状は第1の実施形態と全く同じであるので説明を省略する。また、発電層の色が見えなくなる作用効果も同じであるので説明を省略する。

【0083】隣り合った太陽電池素子32同士の間隔に対し、上部電極14の幅を十分に小さくすれば、外観上、上部電極14の金属色は肉眼で知覚できなくなる。

【0084】透明基板11側から入射した光のうち、発電層13のないところを通過する光であっても、透明基板の凹凸面11aで屈折、多重反射により散乱して、発電層13の側面13aから発電層13に入射させることができる。下部電極12から発電層13に入射する光と、発電層の側面13aから入射する光の両方で発電するので、太陽電池の効率が向上する。

【0085】また、発電層13に入射した光のうち、発電層13で吸収されずに上部電極14まで到達した光が、上部電極14で反射されて、再び発電層13を通過するので、発電層13での光の吸収量が多くなり、さらに発電効率が向上する。

【0086】また、上記構造の製造方法と、第2の実施形態の製造方法の違いは、上部電極14をTi膜に変えることと、エッチング条件をアモルファスシリコンと同じ条件で行うことである。それ以外の工程は、第2の実施形態の製造方法と同じであるので説明を省略する。

【0087】(第2の実施形態の第2の変形例の説明) 第2の実施形態の太陽電池に、素子形成面側から光を入射させて、起電力を得る場合、下部電極12は光透過性のない金属膜でも良く、例えば10nm～200nmのTi膜でもよい。

【0088】なお、太陽電池の平面形状は第1の実施形態と全く同じであるので説明を省略する。また、発電層の色が見えなくなる作用効果も同じであるので説明を省略する。

【0089】隣り合った太陽電池素子32同士の間隔に対し、下部電極12の線幅を十分に小さくすれば、外観上、下部電極12の金属色は肉眼で知覚できなくなる。

【0090】発電層13のないところに当たった光であっても、透明基板の凹凸面11aで反射により散乱して、発電層13の側面13aから発電層13に入射させることができる。上部電極14から発電層13に入射する光と、発電層の側面13aから入射する光の両方で発電するので、太陽電池の効率が向上する。

【0091】また、発電層13に入射した光のうち、発電層13で吸収されずに下部電極12まで到達した光が、下部電極12で反射されて、再び発電層13を通過するので、発電層13での光の吸収量が多くなり、さら

(8)

特開2001-250971

13

に発電効率が向上する。

【0092】また、上記構造の製造方法と、第2の実施形態の製造方法の違いは、下部電極12をTi膜に変えることと、エッチング条件をアモルファスシリコンと同じ条件で行うことである。それ以外の工程は、第2の実施形態の製造方法と同じであるので説明を省略する。

【0093】次に、本発明の太陽電池を使用した電子機器として、時計の構造について図1から図3と図11、図12を参照しながら説明する。

【0094】図11に示すように、透明ガラスやサファイアから構成する風防ガラス83を設ける時計ケース85内に、ムーブメント87を設ける。このムーブメント87は指針89を駆動する。

【0095】このムーブメント87内には、図11には図示しないが、太陽電池の起電力を貯蔵する二次電池や、時間基準源である水晶振動子や、水晶振動子の発振周波数をもとに時計を駆動する駆動パルスを発生する半導体集積回路や、この駆動パルスを受けて駆動するステップモーターや、ステップモーターの動きを指針に伝達する輪列機構などを設けている。

【0096】時計ケース85には、樹脂材料からなる第2のバックリング99を介して、風防ガラス83を取りつけ、時計内にチリやホコリや水分の侵入を防止する気密密封構造にしている。

【0097】さらに時計ケース85の風防ガラス83と反対側の面に溝を設け、その溝内にゴム材料からなる第1のバックリング97を設ける。そして裏蓋95と時計ケース85との間に配置する第1のバックリング97によって、時計内にチリやホコリや水分の侵入を防止する気密密封構造にしている。

【0098】そして時計の時刻表示手段として文字板81は、ムーブメント87の上に配置する。

【0099】中枠93はムーブメント87と文字板81とを時計ケース85に保持する働きを持ち、中枠93は樹脂材料で構成する。そして時計ケース85の開口内に中枠93を介して、文字板81とムーブメント87とを収納する。

【0100】そして文字板81とムーブメント87とを保持する中枠93の、風防ガラス83と反対側の端面領域を裏蓋95で押圧することにより、見きり91と時計ケース85に文字板81を押しつけるように接触させている。

【0101】見きり91は文字板81の外周領域を覆い隠す、時計の化粧板としての役割を持つ。そしてこの見きり91は、時計ケース85と異なる材料で構成したり、見きり91の表面をダイヤモンド工具を用いて研削加工して、その表面を鏡面状態にして、装飾品としての時計の価値を高めている。

【0102】そして、風防ガラス83と指針89の間に、本発明の太陽電池(図1、図3)をスペーサー90

14

を介して取りつける。このとき、太陽電池素子32を下向きにして、透明基板11側から光が入射して起電力を発生させるようにする。また、共通電極31はスペーサー90の下に配置されるので、外から見えることはない。

【0103】見きり91には、透明基板11の板厚とスペーサー90の板厚の合計と同じ寸法の段差を設け、この見きり91の段差に透明基板11とスペーサー90を落とし込むように収納している。そして見きり91で、透明基板11とスペーサー90を風防ガラス83に押しつける構成になっている。

【0104】なお、図11には図示していないが、太陽電池の出力端子35a、35bとムーブメント87は電気的に接続されている。

【0105】本実施形態の太陽電池は、発電層13の色が肉眼で知覚できず、外観上無色透明であるので、図11の構成で時計に組みこんでも、時計の外観やデザインに何ら影響を与えない。したがって時計の見栄えが悪くなることはない。

【0106】スペーサー90によってつくられる、風防ガラス83と透明基板11の間のすきまは、透明な樹脂や透明な接着剤で埋めてもよい。また、スペーサー90を設けずに、風防ガラス83と透明基板11直接当たるように構成してもよい。さらに、時計の内部は気密密封構造であるので、太陽電池の透明保護膜16は、省略してもよい。

【0107】また、図12に示すように、太陽電池素子32が上向きになるように構成してもよい。このときは太陽電池素子32の上部電極14側から光が入射して起電力を発生させる。

【0108】また、別の時計の構成例を図1から3と図13、図14を参照して説明する。図13に示す様に文字板81と指針89の間に、本発明の太陽電池をスペーサー90を介して取りつける。このとき、太陽電池素子32を下向きにして、透明基板11側から光が入射して起電力を発生させる。そして、図13には図示していないが、共通電極31はスペーサー90の下に配置されるので、外から見えることはない。

【0109】見きり91には、透明基板11の板厚とスペーサー90の板厚の合計と同じ寸法の段差を設け、この見きり91の段差に透明基板11とスペーサー90を収納している。そして見きり91で、透明基板11とスペーサー90を文字板81に押しつける構成になっている。なお、図13には図示していないが、太陽電池の出力端子35a、35bとムーブメント87は電気的に接続されている。

【0110】文字板81と指針89の間に取りつけるときは、風防ガラス83と指針89の間に取りつけるときと異なり、指針89を駆動する軸を通すための穴をあける。

(9)

特開2001-250971

15

【0111】本発明の太陽電池は、発電層13の色が肉眼で知覚できず、外観上無色透明であるので、図13の構成で時計に組みこんでも、時計の外観やデザインに何ら影響を与えない。したがって時計の見栄えが悪くなることがない。

【0112】スペーサー90によってつくられる、文字板81と透明基板11の間のすきまは、透明な樹脂や透明な接着剤で埋めてもよい。また、スペーサー90を設けずに、文字板81と透明基板11が直接当たるように構成してもよい。さらに、時計の内部は気密密閉構造であるので、太陽電池の透明保護膜16は、省略してもよい。

【0113】また、図14に示すように、太陽電池素子32が上向きになるように構成してもよい。このときは太陽電池素子32の上部電極14側から光が入射して起電力を発生させる。

【0114】以上の説明において本発明の太陽電池は、4段の直列接続で説明したが、4段に規制されるものではなく、使用する電子機器を駆動するのに十分な電圧、電流が得られれば、何段でも良い。

【0115】使用する電子機器の機密性が高く、水分やほこりが侵入しなければ、太陽電池の透明保護膜16はなくてもよい。

【0116】透明基板はガラスで説明したが、絶縁性があれば透明な樹脂でも良い。透明な樹脂としては、ポリエステル、ポリアミド、ポリスチレンなどが挙げられる。

【0117】下部電極12および上部電極14は、透明な電極としては、ITOに限らずSnO₂、ZnOなどでもよい。また発電層13としては、多結晶シリコン、cdSeなどでもよい。また共通電極はカーボンペーストに限らず、TiやNiなどの金属膜でも良い。また透明保護膜16は、ポリエチレンなどの透明な樹脂、SiO₂などの透明な酸化物、Si₃N₄などの透明な窒化物でもよい。

【0118】透明基板11に凹凸を形成する方法は、乾式ブラスト法以外に、セラミックス微粒子を水などの液体とともに吹き付ける湿式ブラスト法でもよい。また、フッ化アンモニウムを用いたウェットエッチング法や、エッチングガスとして六フッ化イオウを用いたドライエッチング法によっても、凹凸を形成することができる。

【0119】下部電極12および上部電極14の形成方法は、スパッタに限らず、蒸着など一般的な膜形成方法を用いることができる。またそのエッチング方法は、ウェットエッチングによって行っても良く、下部電極12および上部電極14がITOであれば、例えば酸化鉄と塩酸と水の混合比が3:5:2となるように混合した溶液を用いる。

【0120】

16

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明の太陽電池では、太陽電池素子を透明基板上に並べる間隔に対し、線状に形成された太陽電池素子の線幅を十分に小さくすることによって、太陽電池素子の発電層の色を、肉眼で知覚できなくすることができる。したがって、太陽電池全体を外観上、ほぼ無色透明にすることができる。

【0121】さらに、本発明の太陽電池においては、下部電極と接する透明基板表面は凹凸面に形成されてなる構成とする。ここで、凹凸面は四角すいや円すいが並んだような荒れた面であれば構わない。

【0122】このように透明基板表面に凹凸面を形成すると、透明基板側から入射した光は、凹凸の斜面で屈折、反射を繰り返して、その進行方向が変わる。凹凸面で反射された光の一部は、単純に透明基板の外に出るのではなく、屈折、反射を繰り返して進行方向が変わり、発電層の方向に進行するようになる。すなわち、凹凸を形成することは、透明基板側から入射した光の反射光量を低減し、発電層に入射する光の量を増やす効果がある。したがって、太陽電池の発電効率が向上する。

【0123】また、凹凸面で屈折、反射されて散乱された光は、散乱を受けずに直進する光に比べ、複雑な経路を通して発電層中を長い距離通過する。これにより、発電層に吸収される光の量が増え、太陽電池の発電効率が向上する。

【0124】また、透明基板の表面全部に凹凸を形成するのではなく、線状に形成された下部電極の下に凹凸を形成し、それ以外の下部電極のないところの透明基板表面は平滑面であるので、凹凸面の面積に対し平滑面の面積を十分に大きく取れば、透明基板の凹凸によるくもりは目立たなくなる。したがって外観上、太陽電池全体のくもりは肉眼で知覚されない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態における太陽電池の断面図である。

【図2】本発明の実施の形態における太陽電池の断面図である。

【図3】本発明の実施の形態における太陽電池の平面図である。

【図4】本発明の実施の形態における太陽電池の発電特性を示すグラフである。

【図5】本発明の実施の形態における太陽電池の発電特性を示すグラフである。

【図6】本発明の実施の形態における太陽電池の製造方法を示す断面図である。

【図7】本発明の実施の形態における太陽電池の製造方法を示す断面図である。

【図8】本発明の実施の形態における太陽電池の製造方法を示す断面図である。

【図9】本発明の実施の形態における太陽電池の製造方

特開2001-250971

18

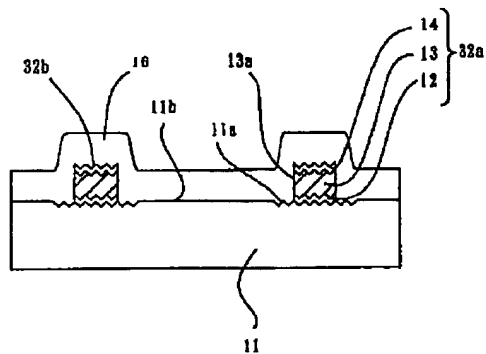
た時計を示す断面図である。

【図13】本発明の実施形態における太陽電池を適用した時計を示す断面図である。

【図 14】本発明の実施形態における太陽電池を適用した時計を示す断面図である。

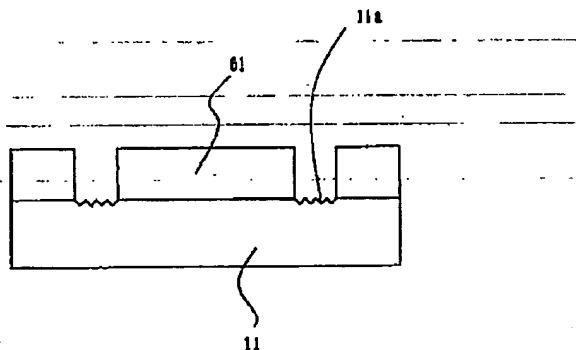
【図１２】本発明の実施形態における太陽電池を適用し

【图2】



12 下部電極

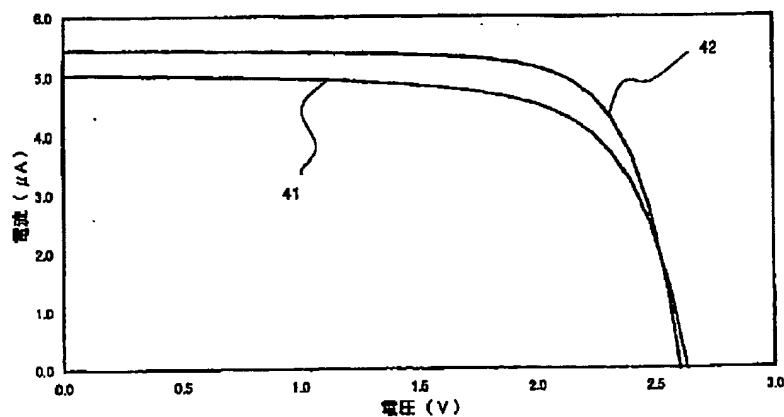
【図6】



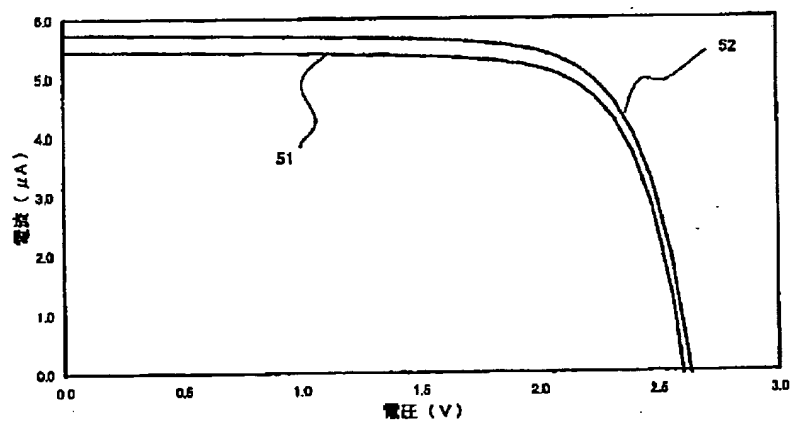
(11)

特開2001-250971

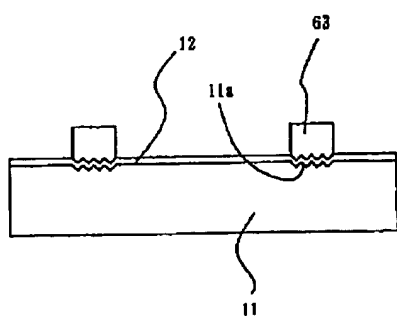
【図4】



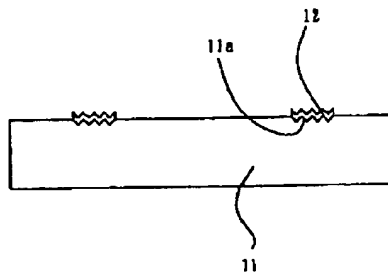
【図5】



【図7】



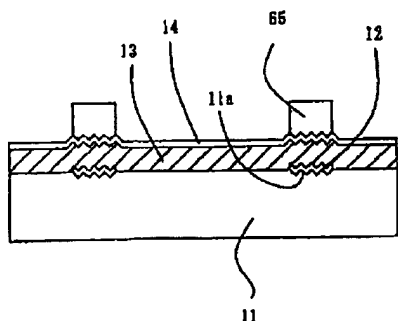
【図8】



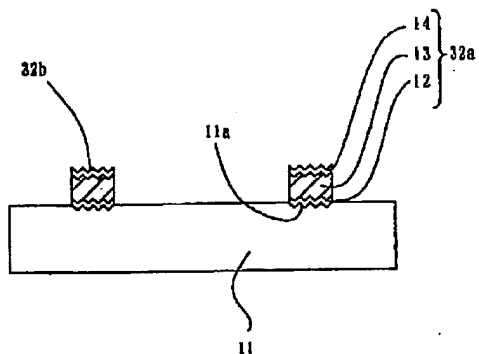
(12)

特開2001-250971

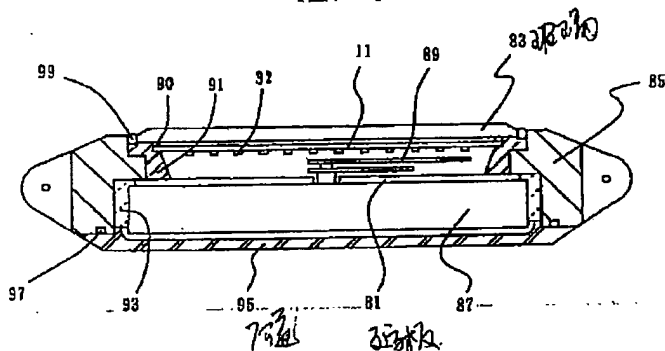
【図9】



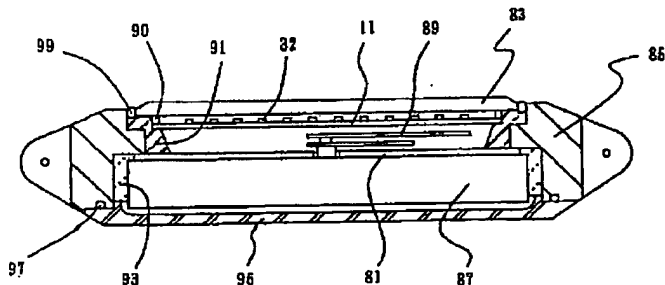
【図10】



【図11】



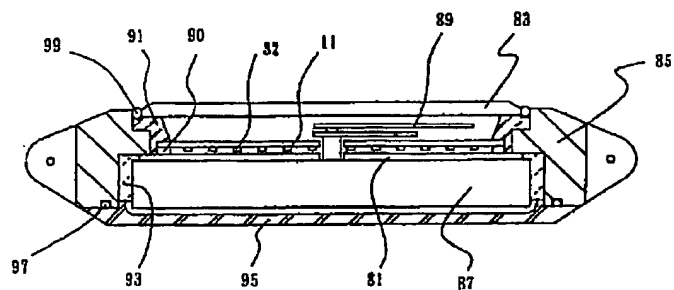
【図12】



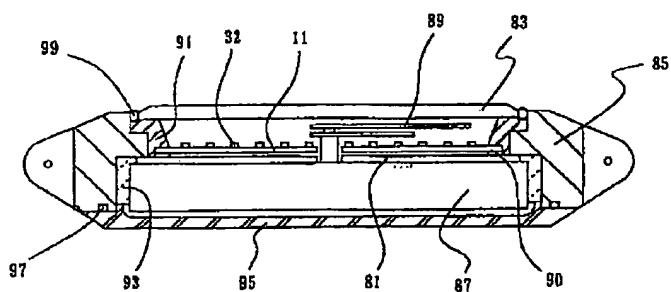
(13)

特開2001-250971

【図13】



【図14】



151号 05/14/2005 12:07:00

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☒ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.